

## PENGARUH PENAMBAHAN CTAB TERHADAP NILAI ABSORBANSI DAN MORFOLOGI LAPISAN TIPIS $\text{TiO}_2$

Iin Lidia Putama Mursal<sup>1</sup>, Dahyunir Dahlan<sup>2</sup>

1. Program Studi Farmasi, Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Jl.H.S Ronggowaluyo Teluk Jambe Timur, Karawang, 41361, Indonesia
2. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Limau Manis, Padang, 25166, Indonesia  
E-mail: iin.lidia@ubpkarawang.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan elektrodeposisi lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  dengan menggunakan larutan  $\text{TiCl}_4$  1,5 M. Karakterisasi SEM dan UV-Vis yang digunakan mengindikasikan terbentuknya  $\text{TiO}_2$ . Nilai absorbansi tertinggi didapat pada lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  yang dielektrodeposisi dengan penambahan CTAB. Hasil SEM menunjukkan bahwa penggunaan CTAB pada suhu kamar arus kontinu menghasilkan morfologi permukaan yang merata, ukuran butir yang seragam dan terdistribusi hampir merata.

**Kata kunci:** Elektrodeposisi, Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB), lapisan Tipis  $\text{TiO}_2$

### Abstract

**Effect of CTAB Addition on Absorbance and Morphology of  $\text{TiO}_2$  Thin Films** /  $\text{TiO}_2$  thin film was successfully prepared by electrodeposition method from  $\text{TiCl}_4$  solution 1,5 M. SEM and UV-Vis characterization of electrodeposited films indicates the formation of  $\text{TiO}_2$ . The result showed that the highest absorbance has been achieved by  $\text{TiO}_2$  thin film with CTAB. The optimal morphology was obtained by CTAB at ambient temperature. It caused by the grain morphology showed homogenous morphology, grain size, and evenly distributed.

**Keywords:** Electrodeposition, Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB),  $\text{TiO}_2$  Thin Film

### PENDAHULUAN

Material  $\text{TiO}_2$  adalah material semikonduktor yang sangat potensial untuk diteliti dan telah banyak dikembangkan dalam beberapa waktu belakangan ini. Material  $\text{TiO}_2$  memiliki sifat yang tidak beracun, *biocompatible*, tersedia secara luas, serta biaya sintesisnya yang relatif rendah (Gratzel, 2003). Material  $\text{TiO}_2$  menarik untuk dikembangkan lebih lanjut, karena memiliki banyak aplikasi antara lain sebagai sel surya (Pandey dan Samaddar, 2006; Gratzel, 2003), pigmentasi cat (Kong dkk, 2007), sensor biologis dan kimia (Kolmakov dan Moskovits, 2004), produk kesehatan hingga fotokatalis (Jitputti dkk, 2008).

$\text{TiO}_2$  yang digunakan untuk aplikasi DSSC diharapkan memiliki permukaan yang luas, sehingga dye terabsorpsi lebih banyak dan akan meningkatkan arus (Nadeak, 2012). Agar dihasilkan pertikel  $\text{TiO}_2$  yang memiliki permukaan yang luas maka dibentuk nanopartikel  $\text{TiO}_2$ . Aplikasi bahan semikonduktor untuk DSSC dapat dilakukan dengan cara mensintesis  $\text{TiO}_2$  dalam bentuk lapisan tipis dalam ukuran nanometer.

Nanokristal  $\text{TiO}_2$  dapat dibentuk dengan menggunakan beberapa metode salah satunya adalah dengan menggunakan metode elektrodeposisi.

Metode ini digunakan untuk pembuatan lapisan tipis dikarenakan metode ini memiliki beberapa kelebihan. Menurut Karapuchani (2011) kelebihan dari metode elektrodeposisi ini antara lain mudah dilakukan, biaya yang rendah, substrat dapat terlapisi pada area yang luas, dan rata-rata kemungkinan terdepositasi yang tinggi.

Pada sampel  $\text{TiO}_2$  yang disintesis dilihat bagaimana pengaruh arus elektrodeposisi dan penambahan surfaktan CTAB terhadap nilai absorbansi dan morfologi sampel. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan UV-Vis dan SEM.

### METODE

#### 1. Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi  $\text{TiCl}_4$  (Merck) kemurnian 99,99 %, Surfaktan CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*), Aquades 96 %, dan kaca konduktif jenis *Indium Tin Oxide* (ITO). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gelas kimia, Gelas ukur, Spatula, Pinset, *Disposable syringe*, Masker, sarung tangan, Crucible Neraca digital OHAUS GALAX<sup>YTM</sup>160, *Stirrer*

*magnetik, hot plate, ultrasonic cleaner*, Set peralatan elektrodeposisi, dan *Electric Furnace*.

## 2. Persiapan substrat ITO

Alkohol 96 % dituangkan ke dalam gelas kimia sebanyak  $\pm 200$  ml. Kemudian kaca ITO berukuran  $2,5 \times 0,5$  cm dimasukkan ke dalam gelas kimia tersebut. Pada *ultrasonic cleaner* diisi aquades sampai batas yang diinginkan. Gelas kimia berisi alkohol 96% dan ITO tadi dimasukkan ke *ultrasonic cleaner* selama 15 menit. Kemudian dikeringkan menggunakan *hair dryer*

## 3. Pembuatan larutan elektrolit

1,5 M  $\text{TiCl}_4$  yang telah diencerkan dengan aquades diberikan penambahan surfaktan 1 mM CTAB kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer*.

## 4. Deposisi lapisan tipis $\text{TiO}_2$

Kaca ITO dipasang pada katoda (kutub negatif) dan plat platinum dipasang pada anoda (kutub positif). Kedua elektoda tersebut dipasang dan dimasukkan secara bersamaan ke dalam set peralatan elektrodeposisi yang berbentuk bejana yang berisi larutan elektrolit.

Elektrodeposisi larutan dilakukan pada tegangan 5 V dan waktu deposisi 1 jam. Pada penelitian ini divariasikan 2 macam jenis arus yaitu arus langsung (*direct current*) dan arus denyut (*pulse current*). Elektrodeposisi dilakukan pada dua variasi suhu yaitu pada suhu ruang ( $\pm 27^\circ\text{C}$ ) dan suhu  $50^\circ\text{C}$ .

## 5. Proses sintering lapisan tipis

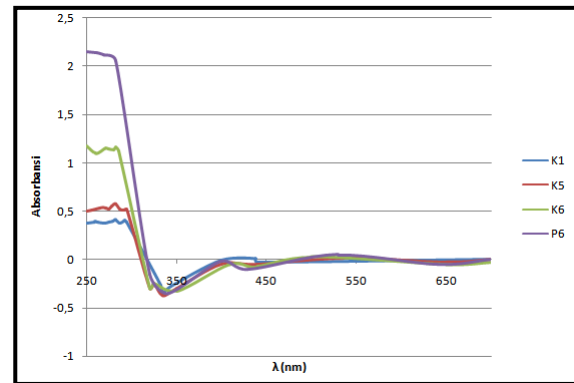
Setelah proses elektrodeposisi selesai, ITO yang terpasang pada katoda dilepas dan dicuci dengan aquades kemudian dikeringkan. Selanjutnya disintering pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Suhu sintering digunakan  $500^\circ\text{C}$  didasarkan bahwa fasa anatase stabil di bawah suhu  $600^\circ\text{C}$ . Sampel yang telah terbentuk selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan UV-Vis dan SEM.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini dianalisa 4 sampel. Variasi data tiap sampel dapat dilihat pada Tabel 1

## Perbandingan Nilai Absoransi

Spektrum absorpsi dari sampel didapatkan dengan cara mengkarakterisasi sampel menggunakan UV-Vis. Hasil karakterisasi yang didapat berupa grafik panjang gelombang dan nilai absorpsi sampel. Grafik nilai absorpsi sampel dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perbandingan nilai absorpsi sampel

Pengaruh CTAB terhadap nilai absorpsi sampel dapat dilihat pada perbandingan sampel K1 dan K5. Pada sampel K1 untuk rentang panjang gelombang ultra violet (200-400 nm) nilai absorpsi tertinggi berada pada panjang gelombang 282,65 nm sebesar 0,0412 dan terendah pada panjang gelombang 295,24 nm sebesar 0,385 sedangkan untuk rentang panjang gelombang cahaya tampak (400-750 nm), nilai absorpsi tertinggi berada pada 438,00 nm sebesar 0,010 dan terendah pada 440 nm sebesar -0,03. Pada sampel K5 untuk rentang panjang gelombang ultra violet nilai absorpsi tertinggi berada pada panjang gelombang 282,39 nm sebesar 0,578 dan terendah pada panjang gelombang 291,23 nm sebesar 0,510 sedangkan untuk rentang panjang gelombang cahaya tampak, nilai absorpsi tertinggi berada pada 536,6 nm sebesar 0,016 dan terendah pada 440 nm sebesar -0,050. Pada sampel K6 untuk rentang panjang gelombang ultra violet, nilai absorpsi tertinggi berada pada panjang gelombang 282,59 nm sebesar 1,163 dan terendah pada panjang gelombang 285,44 nm sebesar 1,122 sedangkan untuk rentang panjang gelombang cahaya tampak, nilai absorpsi tertinggi berada pada 500 nm sebesar 0,025 dan terendah pada 440 nm sebesar -0,075. Pada sampel P6 untuk rentang panjang gelombang ultra violet, nilai absorpsi tertinggi berada pada panjang gelombang 261,33 nm sebesar 2,138 dan terendah pada panjang gelombang 282,36 nm sebesar 2,062 nm sedangkan untuk rentang panjang gelombang cahaya tampak, nilai absorpsi tertinggi berada pada 530 nm sebesar 0,050 dan terendah pada 430 nm sebesar -0,100.

Tabel 1. Data sampel

Sampel	TiCl <sub>4</sub> (1,5 M)	Arus Kontinu	Arus Pulsa	Surfaktan CTAB 1mM	Suhu Ruang ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ )	Suhu 50 $^{\circ}\text{C}$
K1	√	√		-	√	
K5	√	√		√	√	
K6	√	√		√		√
P6	√		√	√		√

Dari data tersebut diketahui bahwa sampel K5 yang menggunakan CTAB memiliki nilai absorbansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel K1 tanpa menggunakan CTAB. Hal tersebut dianalisa dikarenakan surfaktan dapat berfungsi sebagai template yang mengarahkan struktur dari nanokristal yang terbentuk. Surfaktan CTAB dapat membentuk struktur pori pada nanokristal TiO<sub>2</sub> dimana struktur ini dapat mengoptimalkan kemampuan TiO<sub>2</sub> dalam menyerap cahaya yang menyebabkan nilai absorbansi sampel yang menggunakan CTAB lebih tinggi dibandingkan sampel tanpa CTAB.

Surfaktan CTAB yang ditambahkan dalam larutan TiCl<sub>4</sub> juga akan terionisasi menjadi CTA<sup>+</sup> dan Br<sup>-</sup>, sehingga akan terjadi penambahan komposisi kation dan anion dalam larutan yang menyebabkan konduktivitas larutan ikut meningkat. Peningkatan konduktivitas larutan ini akan mempercepat proses elektrodposisi sehingga lapisan yang dihasilkan lebih tebal. Semakin tebal lapisan tipis yang dihasilkan maka akan semakin banyak spektrum cahaya yang diserap oleh lapisan tipis dalam artian nilai absorbansinya semakin tinggi.

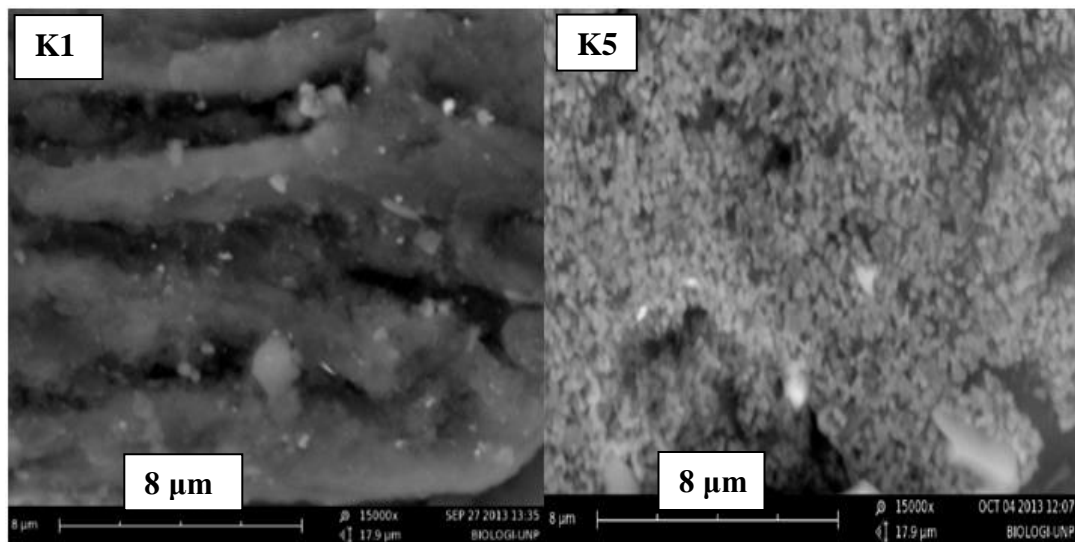
Selanjutnya pengaruh suhu elektrodposisi terhadap nilai absorbansi dapat dilihat pada perbandingan sampel K5, K6 dan P6. Sampel K5 adalah sampel yang dielektrodposisi pada suhu kamar 27  $^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan sampel K6 dan P6 dielektrodposisi pada suhu 50  $^{\circ}\text{C}$ . Dari Gambar 1 terlihat bahwa sampel K6 dan P6 Memiliki nilai absorbansi yang lebih tinggi dibandingkan sampel K5. Pengaruh suhu pada elektrodposisi dengan nilai absorbansi sampel adalah dengan bertambahnya suhu pada saat proses elektrodposisi terjadi memungkinkan terjadinya peningkatan jumlah massa yang terlapisi. Hal ini dikarenakan *supply* energi aktifitas termal terhadap ion-ion dalam larutan sehingga mempengaruhi konduktivitasnya. adanya energi aktivasi yang meningkat karena peningkatan suhu. Meningkatnya jumlah massa yang terlapisi pada substrat menyebabkan nilai absorbansi menjadi ikut meningkat.

### *Perbandingan Morfologi Permukaan*

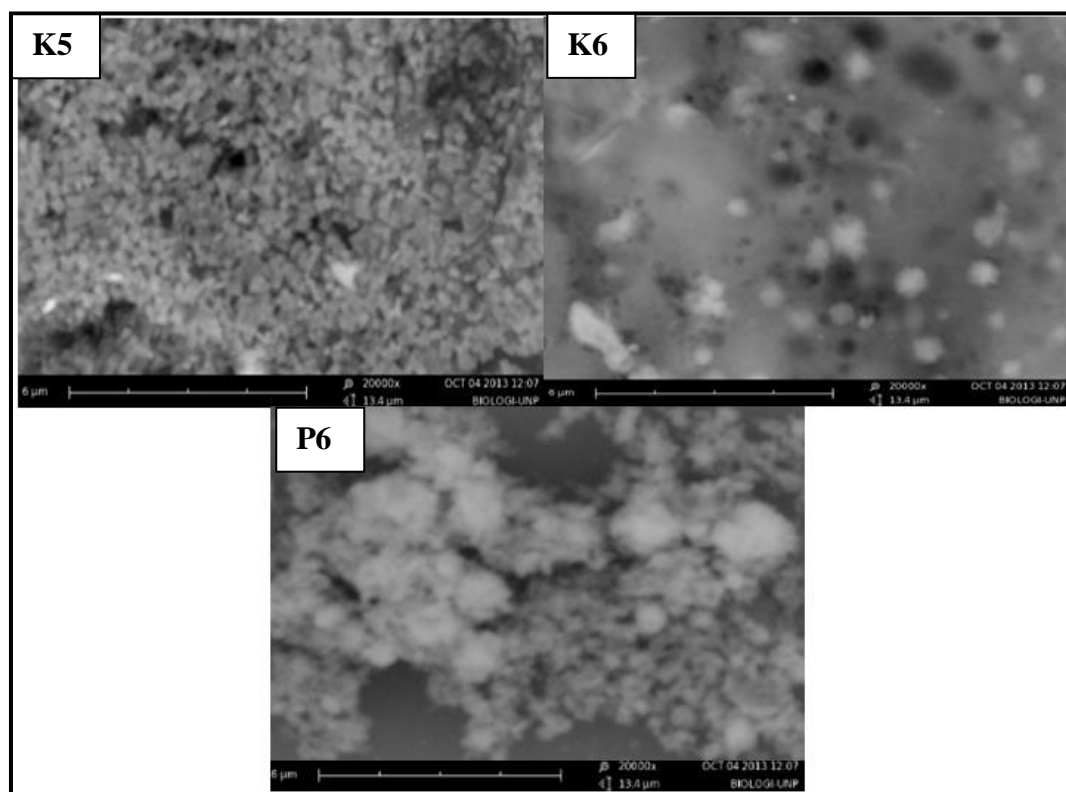
Gambar 2 merupakan gambar morfologi permukaan sampel K1 dan K5 pada pembesaran 15000 kali. Berdasarkan perbandingan morfologi antara sampel K1 dan K5 diketahui bahwa pada kondisi temperatur dan arus elektrodposisi yang sama kondisi morfologi sampel berbeda. Sampel K5 (dengan penambahan CTAB) memiliki bentuk butiran bulat, morfologi permukaan butiran yang seragam dengan distribusi hampir merata. Sedangkan sampel K1 memiliki morfologi yang tidak seragam dan terlihat bongkahan-bongkahan besar yang kemungkinan hasil penggumpalan.

Dari hasil perbandingan morfologi kedua sampel tersebut, dapat dianalisa bahwa hal itu merupakan efek penambahan CTAB. Surfaktan dapat mengarahkan struktur dari nanokristal TiO<sub>2</sub> yang terbentuk. Surfaktan CTAB dapat membentuk struktur pori pada nanokristal TiO<sub>2</sub> dimana struktur ini dapat mengoptimalkan kemampuan aplikasi TiO<sub>2</sub>.

Gambar 3 merupakan gambar morfologi permukaan sampel K5, K6, dan P6 pada pembesaran 20000 kali. Pengaruh temperatur elektrodposisi pada morfologi permukaan dapat dilihat pada perbandingan sampel K5 dan K6. temperatur elektrodposisi sampel K6 yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel K5 ternyata memberikan pengaruh pada bentuk morfologi permukaan sampel tersebut. Meskipun kedua sampel sama-sama menggunakan penambahan CTAB, tetapi sampel K6 memiliki morfologi yang tidak merata dibandingkan dengan morfologi sampel K5. Hal tersebut dianalisa akibat pengaruh temperatur elektrodposisi yang lebih tinggi mempengaruhi pengoptimalan kerja CTAB dalam larutan elektrolit. Selain itu, saat proses elektrodposisi berlangsung sulit untuk menkonstantakan temperaturnya agar tetap berada pada kondisi temperatur 50  $^{\circ}\text{C}$ . Naik turun temperatur yang terjadi menyebabkan ketidakstabilan pada saat proses deposisi lapisan.



Gambar 2 Morfologi sampel K1 dan K5



Gambar 3 Morfologi sampel K5,K6 dan P6

Kemudian dilihat bagaimana pengaruh variasi arus elektrodposisi terhadap morfologi permukaan sampel. Sampel P6 yang dielektrodposisi menggunakan arus pulsa memperlihatkan morfologi permukaan yang tidak merata dan masih terdapat beberapa penggumpalan.

Berdasarkan perbandingan morfologi permukaan keempat sampel dari hasil SEM, morfologi dan distribusi sampel paling baik dimiliki oleh sampel K5. Karena sampel tersebut memiliki bentuk butiran bulat dan morfologi permukaan butiran yang seragam dengan distribusi hampir merata. Selain itu, dari Gambar 2 dan Gambar 3

tersebut dapat diamati bahwa partikel yang dihasilkan (sampel K5) memiliki morfologi *mesoporous* (berpori).

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh suhu elektrodposisi dan penambahan CTAB terhadap nilai absorbansi dan morfologi lapisan tipis TiO<sub>2</sub>. Sampel dengan penambahan CTAB dan suhu elektrodposisi 50 °C menghasilkan nilai absorbansi yang lebih tinggi. Dikarenakan CTAB dapat membentuk struktur pori pada lapisan. Struktur pori mengakibatkan partikel memiliki permukaan yang lebih luas sehingga lebih banyak spektrum cahaya yang diserap. Suhu elektrodposisi 50 °C dapat meningkatkan konduktivitas larutan karena memiliki *supply* energi yang lebih tinggi dibandingkan suhu kamar. Kemudian CTAB berperan sebagai surfaktan pada deposisi TiO<sub>2</sub>. Sehingga penambahan CTAB pada temperatur kamar ( $\pm 27$  °C) yang konstan menghasilkan morfologi permukaan yang hampir seragam, relatif tidak menumpuk, distribusi partikel yang merata dan ukuran partikel yang dominan seragam. Tetapi CTAB tidak optimal pada temperatur elektrodposisi 50° C yang tidak konstan (naik turun).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi . Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI melalui DIPA (Daftar isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Andalas No. **DIPA:023.04.2.41506/2013**, atas bantuan pembiayaan pada Penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi dkk, 2011, *Study of Different Parameters in TiO<sub>2</sub> Nanoparticles Formation*, Journal of Materials Science and Engineering 5 (2011) 87-93
- Gratzel, 2003, "Review": *Dye Sensitized Solar Cells*, *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Review*, Vol 4, hal. 145-153
- Jitputti dkk, 2008, *Synthesis of TiO<sub>2</sub> Nanotube and its Photocatalytic Activity for H<sub>2</sub> Evolution*. Japanese Journal of Applied Physics ; 47 (1) : 751-756.
- Karappuchany, 2012, *preparation of nanosructured TiO<sub>2</sub> photoelectrode for flexible dye sensitized solar cell application*. Apply Nanosci. DOI 10.1007/s13204-012-0140-6
- Kolmakov A, Moskovits M, 2004, *Chemical Sensing and catalysis by one-dimensional metal-oxide nanostructure*. Annu Rev Mater Res ; 34:151-80
- Kong FT dkk, 2007, *Review of Recent Progress in Dye-Sensitized Solar Cells*. Hindawi Publising Corporation. Advance in Optoelectronics ; 2007 (Article ID 75384).
- Nadeak dkk, 2012, *Variasi Temperatur dan Waktu Tahan Kalsinasi terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor TiO<sub>2</sub> sebagai Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Dye dari Ekstrak Buah Naga Merah*. Jurnal Teknik ITS Vol 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271
- Pandey A, Samaddar AB, 2006, *Dye sensitized photo voltaic devices : an answer to the daunting challenge of future energy crisis*. Advance in Energy Research : 497-502.